

Fischer, David; Sinzinger, Stefan:

**Optimierung der Projektionsqualität für SLM-basierte holographische
Lithographie auf nicht-planen Oberflächen**

<i>Zuerst erschienen in:</i>	DGaO-Proceedings. - Erlangen-Nürnberg : Dt. Gesellschaft für angewandte Optik. -120 (2019), art. P37, 1 S.
<i>Erstveröffentlichung:</i>	09.09.2019
<i>ISSN:</i>	1614-8436
<i>URN:</i>	urn:nbn:de:0287-2019-P037-6
<i>[Gesehen:</i>	24.09.2019]

Optimierung der Projektionsqualität für SLM-basierte holographische Lithographie auf nicht-planen Oberflächen

D. Fischer, S. Sinzinger

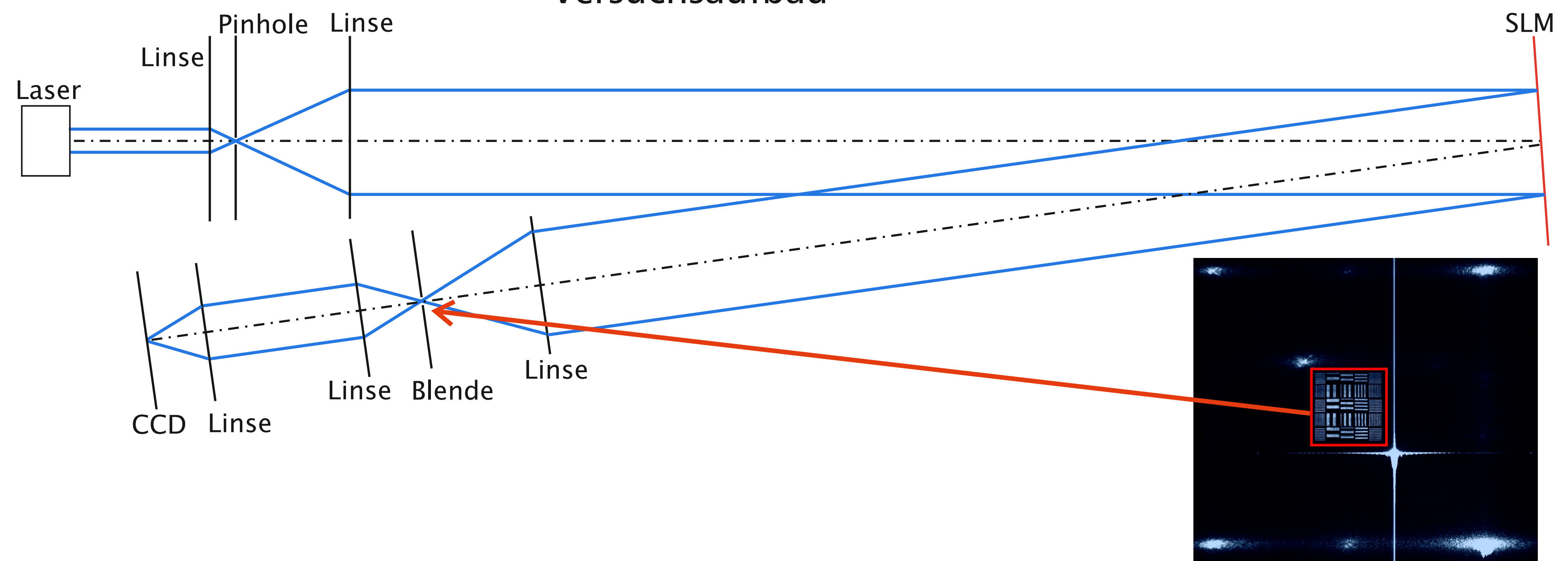
Fachgebiet Technische Optik, Technische Universität Ilmenau



Motivation

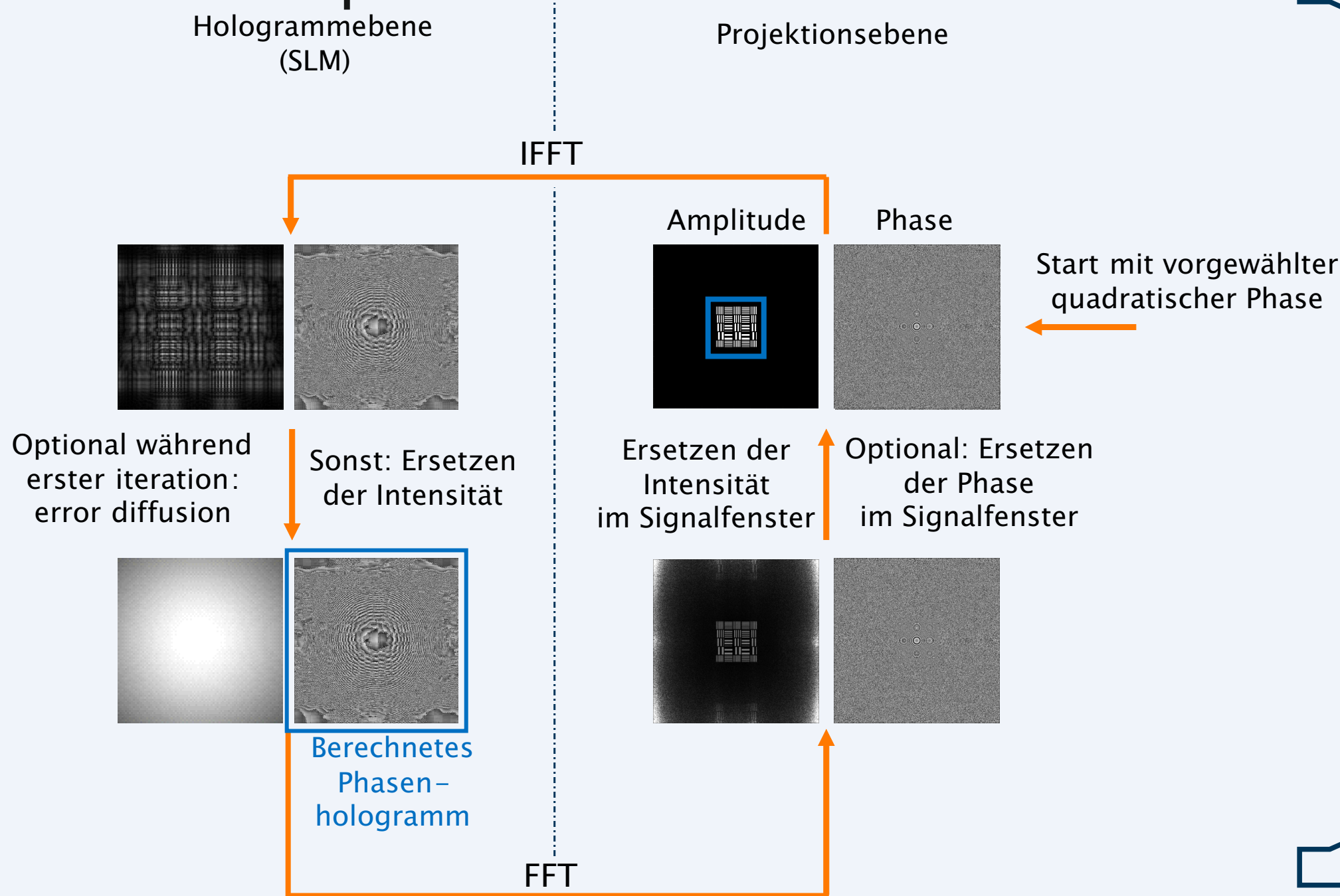
- Maskenlose Lithographie für flexible Mikrostrukturierung
- Flächige Belichtung erlaubt Parallelisierung
- Holographische Projektion ermöglicht flächige Belichtung von nicht-planen Oberflächen
- Projektionsqualität bei Standard-Hologrammberechnung nicht ausreichend
- Optimierung der Hologrammberechnung mittels quadratischer Phase und 'error diffusion'

Versuchsaufbau



Algorithmen zur Phasenberechnung

IFTA mit quadratischer Phase:



Kombination:

IFTA mit quadratischer Phase, initialisiert durch 1x 'error diffusion' mit quadratischer Phase [2]

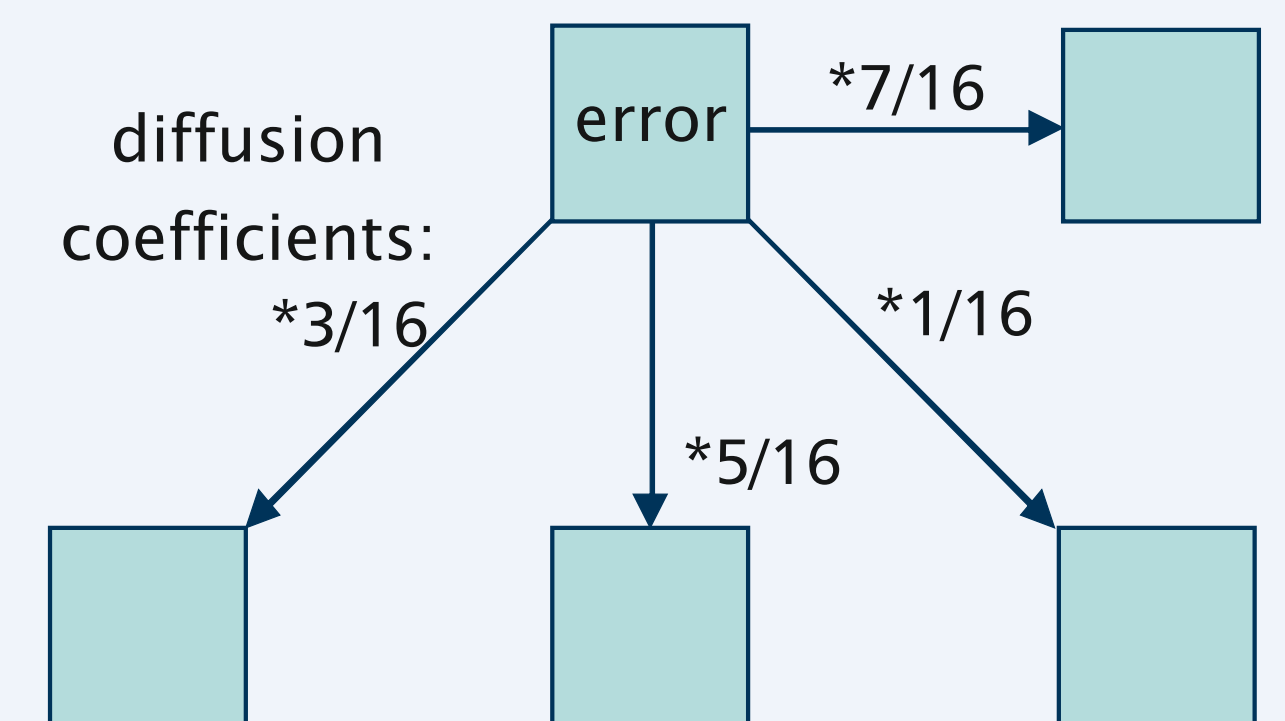
Weitere untersuchte Algorithmen:

IFTA mit quadratischer Phase und Restriktion der Phase [3]

'error diffusion' mit quadratischer Phase [4]

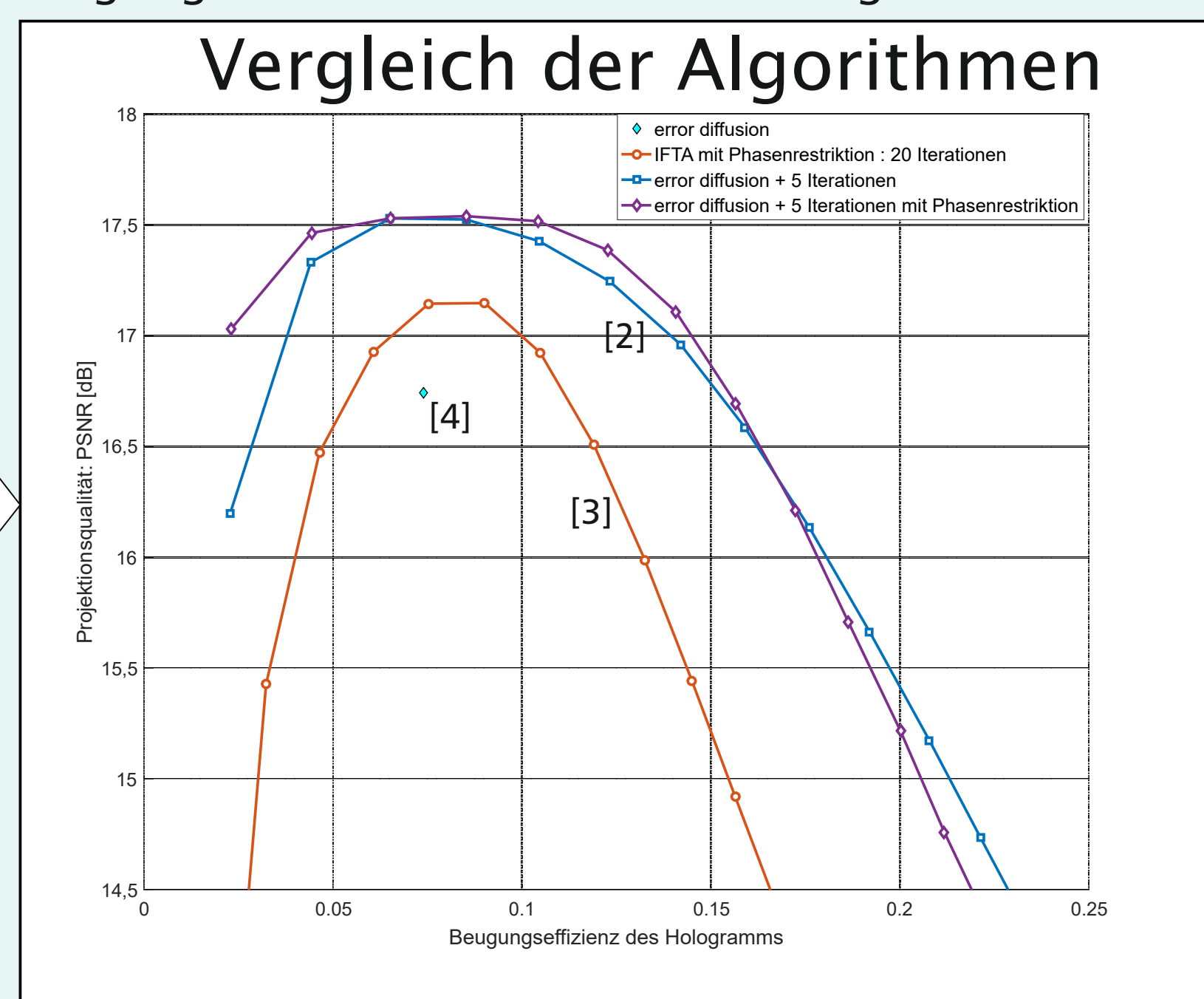
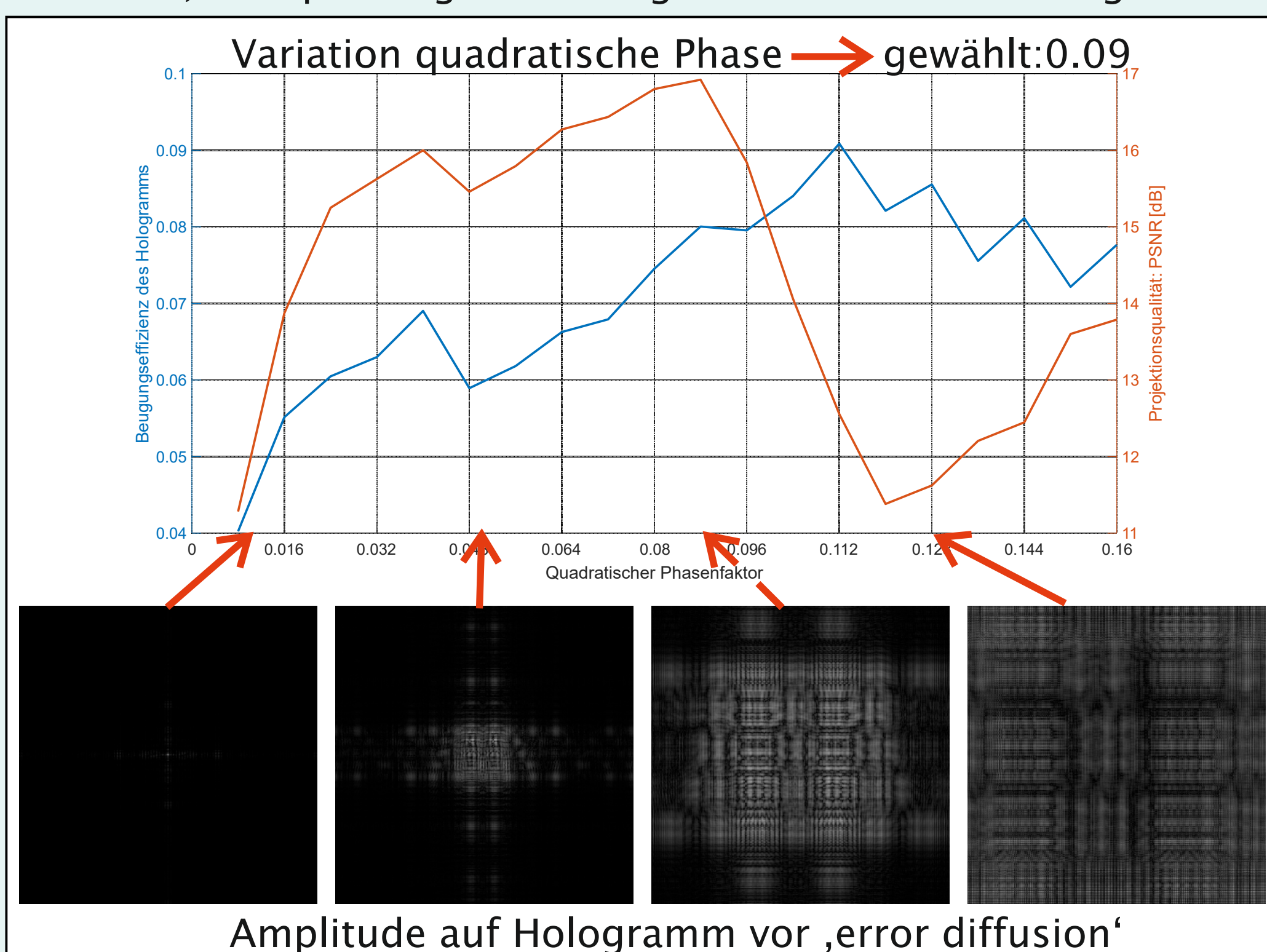
'error diffusion':

- pixelweises Scannen des Bildes, je Pixel:
- 1) Ersetzen der Amplitude durch Sollwert
 - 2) Berechnen des Fehlers (Ist minus Soll)
 - 3) Verteilen des Fehlers in benachbarte Pixel

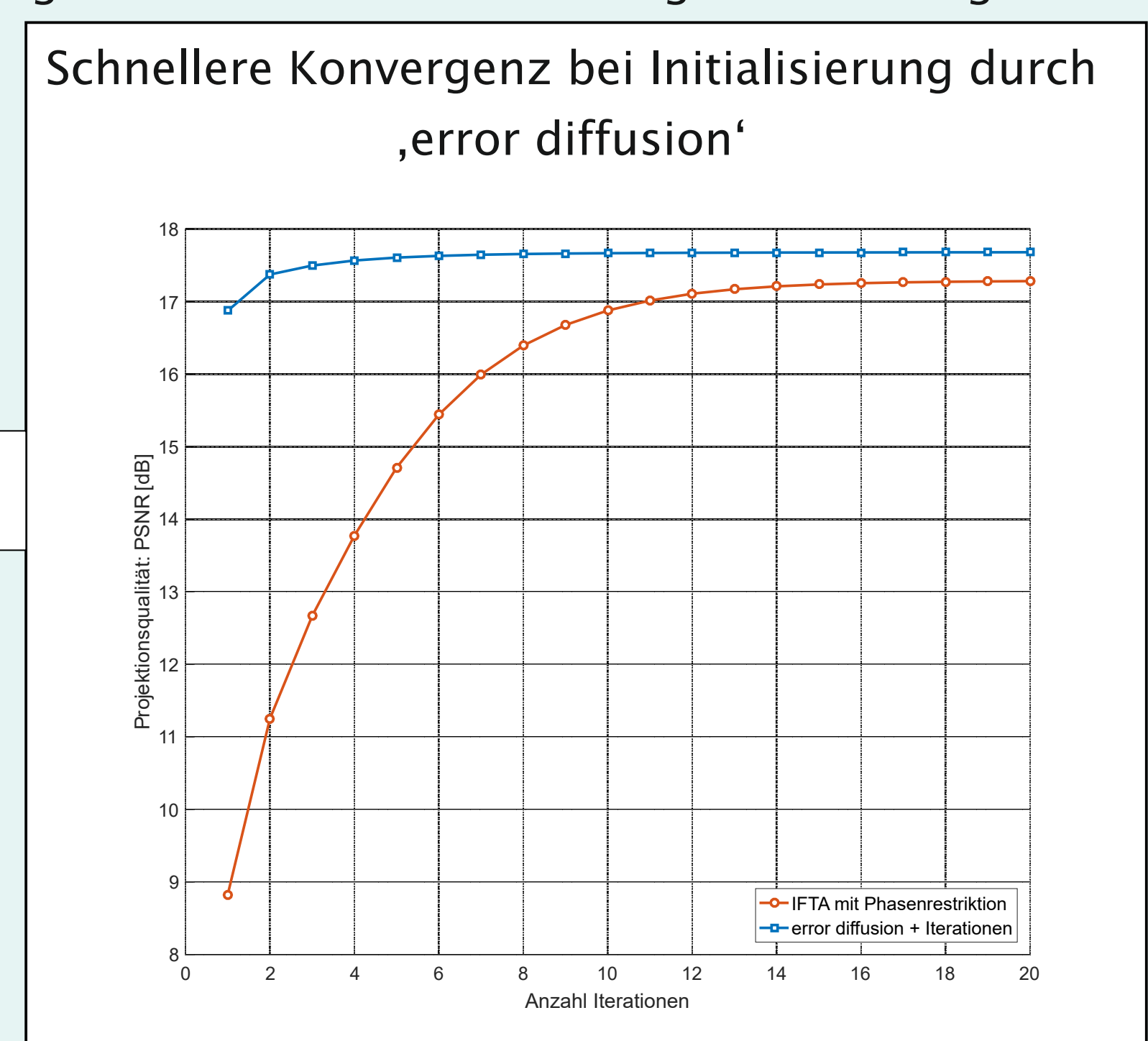


Optimierung via Simulation

Methode: 'zero-padding' des Hologramms und Berechnung der Projektion. Beugungseffizienz ist Intensität im Signalfenster bezogen auf gesamte Intensität. PSNR zeigt Abweichung zu Sollmuster.

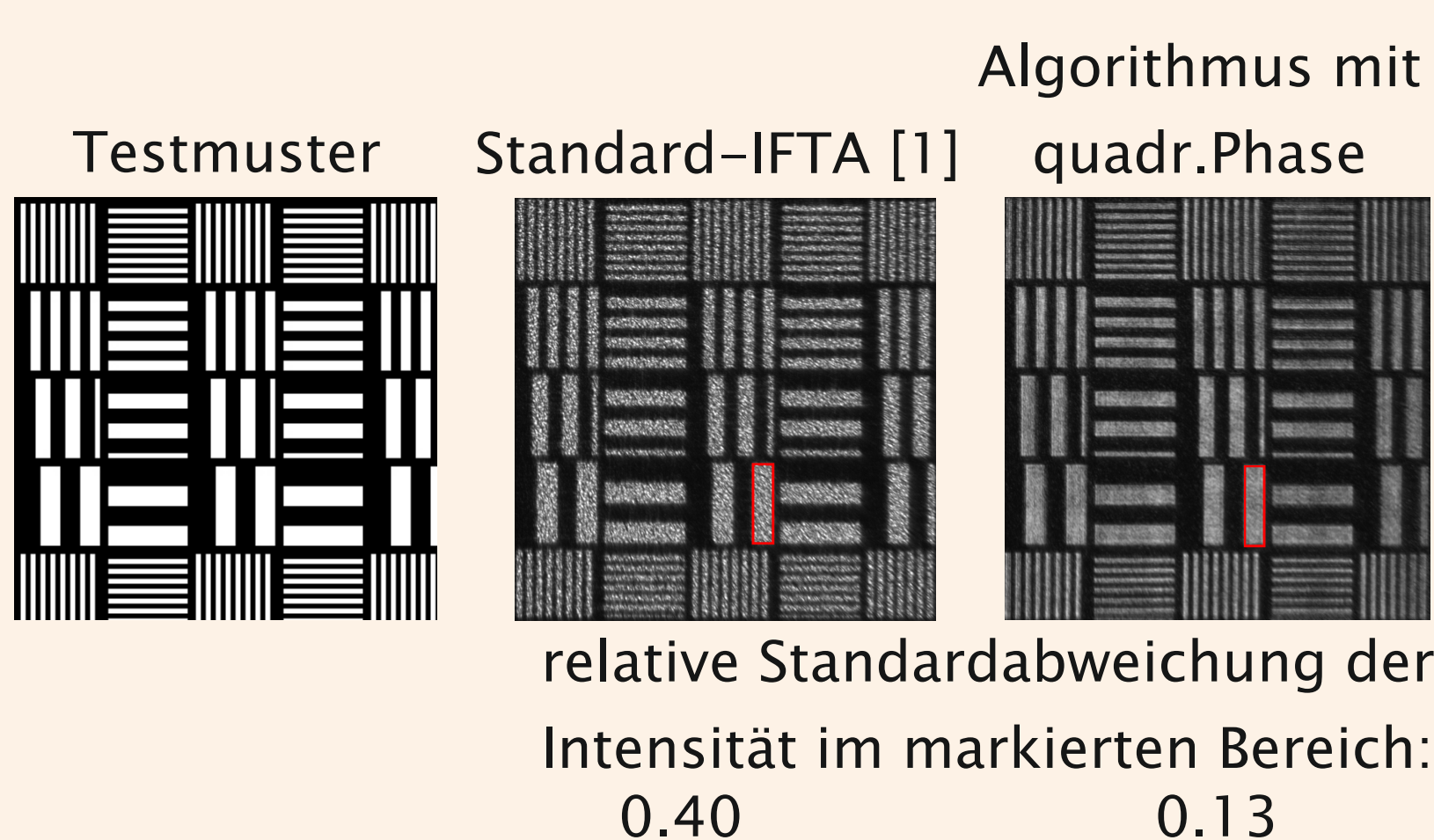


Weitere Parameter: zero-padding, bei Phasenrestriktion: Pixelrahmen mit null Intensität



Resultate

Auswertung Speckle-Kontrast



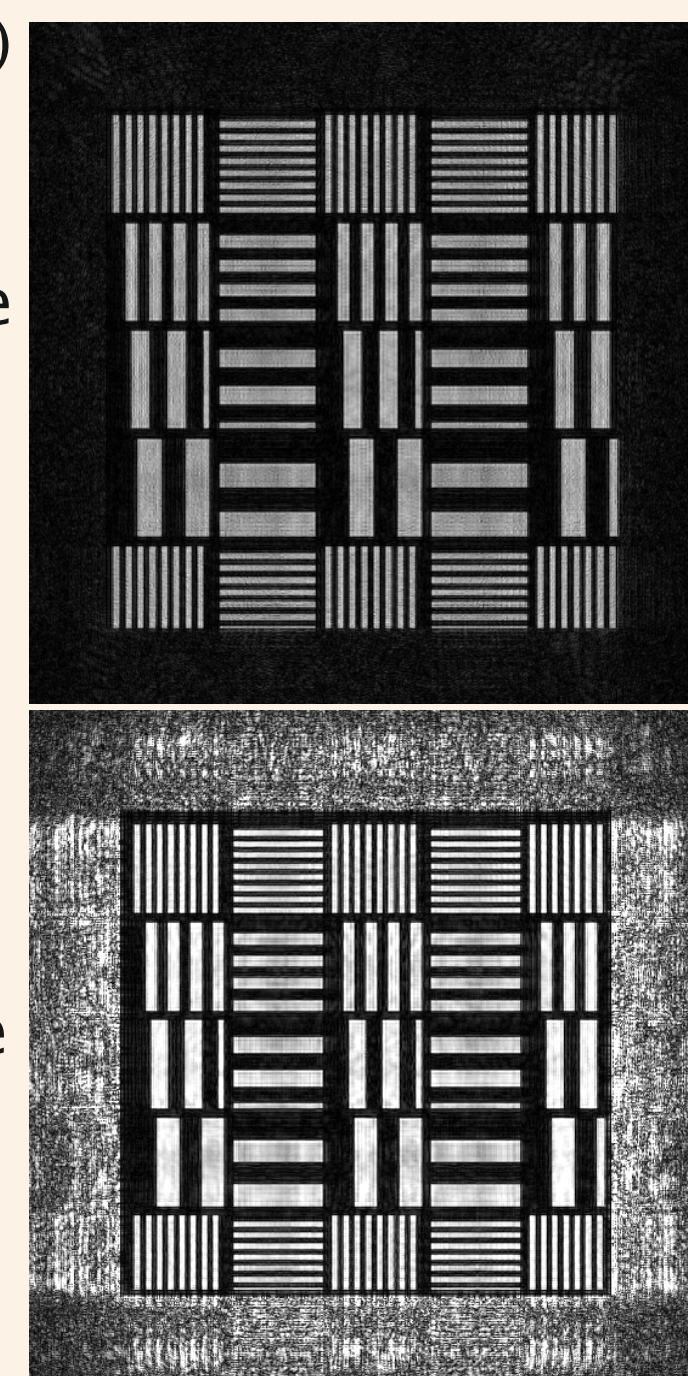
Vergleich:

(optimiert auf Effizienz)

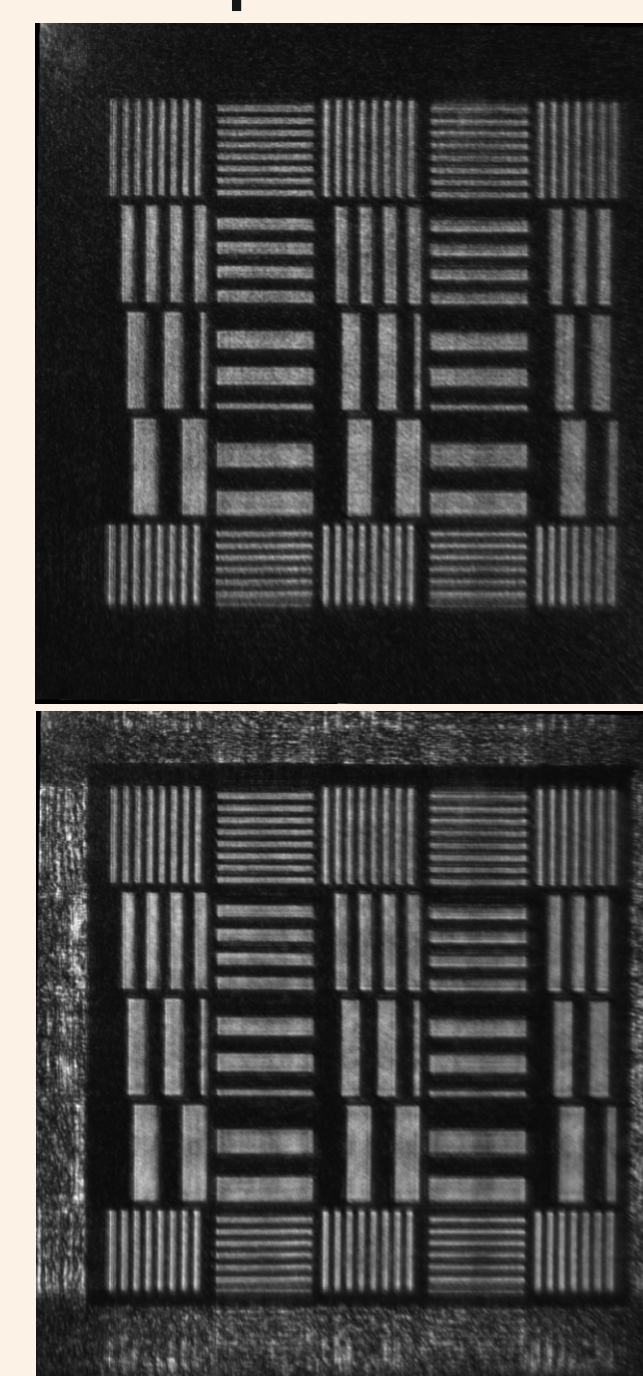
Algo. mit quadr. Phase initialisiert durch error diffusion

Algo. mit quadr. Phase & Phasenrestriktion

Simulation

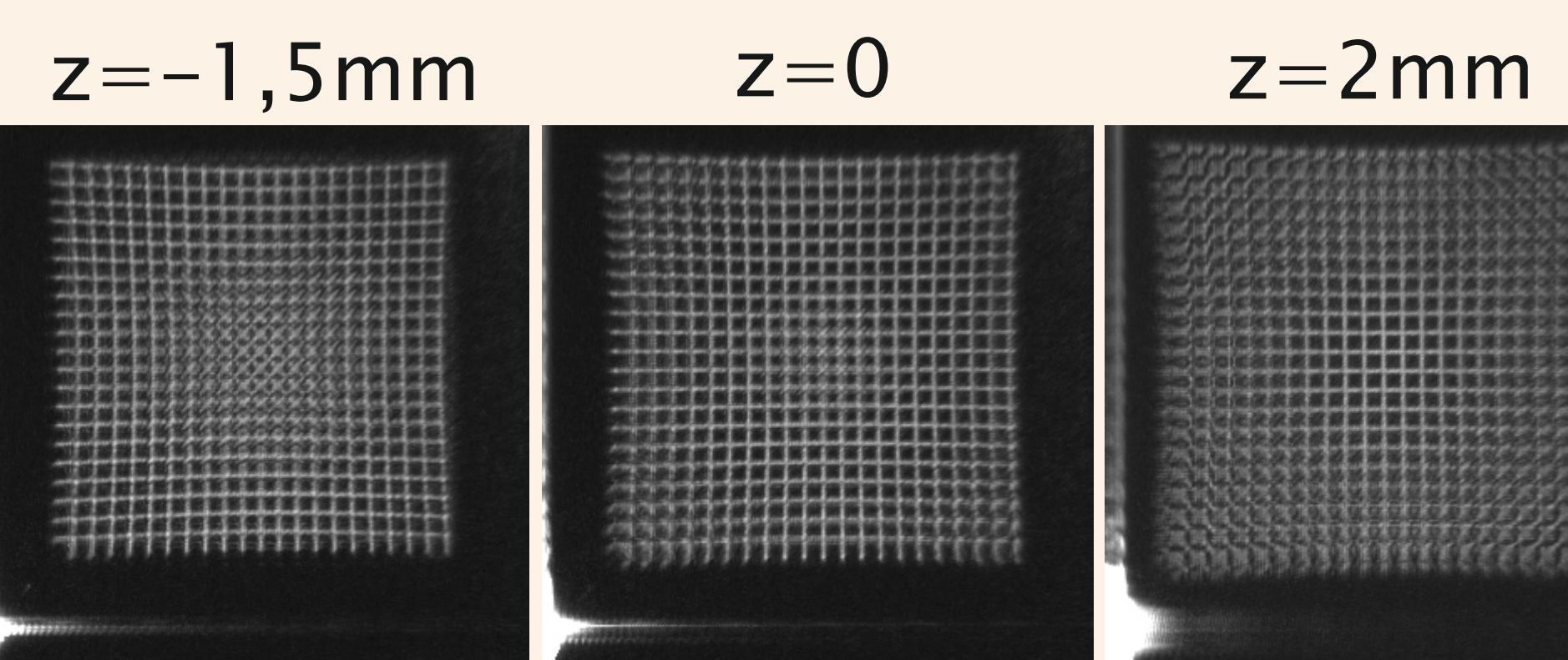


Experiment



Anpassung an nicht-plane Oberflächen:

Addition von Linsenphase auf SLM für Verschiebung der Projektion entlang der optischen Achse erlaubt Projektion eines computer-generierten Hologramms auf nicht-plane Oberfläche



Literatur

- [1] R. W. Gerchberg and W. O. Saxton, "A practical algorithm for the determination of the phase from image and diffraction plane pictures," Optik (35, 237–246), 1972.
- [2] D. Fischer and S. Sinzinger, "Control of Projection Uniformity and Fidelity in Spatial Light Modulator-Based Holography," in IEEE ICM, Ilmenau, Germany, 2019, pp. 129–134.
- [3] H. Pang et al., "High-accuracy method for holographic image projection with suppressed speckle noise," Optics express, vol. 24, no. 20, pp. 22766–22776, 2016.
- [4] H. Pang et al., "Non-iterative phase-only Fourier hologram generation with high image quality," Optics express, vol. 25, no. 13, pp. 14323–14333, 2017.

Danksagung

Die Autoren danken der Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Graduiertenkollegs „Spitzen- und laserbasierte 3D-Nanofabrikation in ausgedehnten makroskopischen Arbeitsbereichen“ (GRK 2182/1) an der Technischen Universität Ilmenau, Deutschland.

Technische Universität Ilmenau
IMN MacroNano®
Fachgebiet Technische Optik
David Fischer

Telefon: +49 3677 69-1862
Fax: +49 3677 69-1281
david.fischer@tu-ilmenau.de
www.tu-ilmenau.de/to

th
TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU